

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2005 年 2 月 17 日 (17.02.2005)

PCT

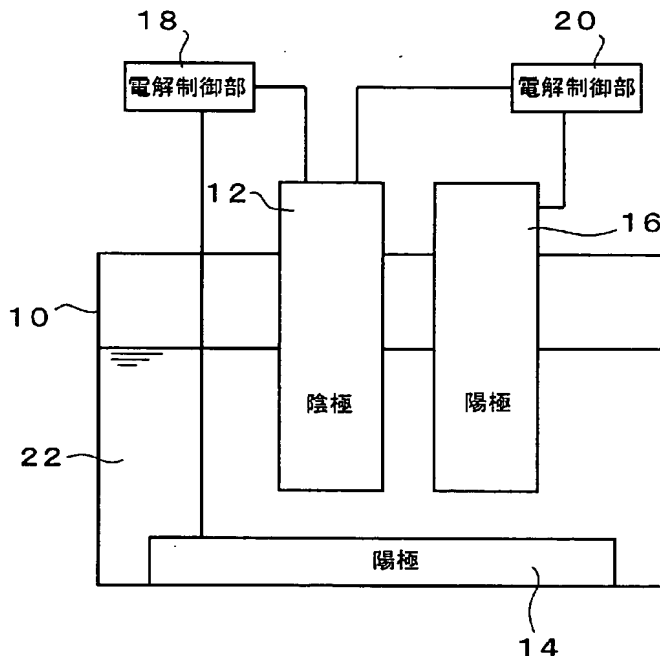
(10) 国際公開番号
WO 2005/014888 A1

- (51) 国際特許分類: C25C 3/34, 7/02, G21C 19/44 (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 核燃料サイクル開発機構 (JAPAN NUCLEAR CYCLE DEVELOPMENT INSTITUTE) [JP/JP]; 〒3191184 茨城県那珂郡東海村村松 4 番地 4 9 Ibaraki (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2004/010478
- (22) 国際出願日: 2004 年 7 月 23 日 (23.07.2004) (72) 発明者; および
- (25) 国際出願の言語: 日本語 (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 小泉 健治 (KOIZUMI, Kenji) [JP/JP]; 〒3191194 茨城県那珂郡東海村村松 4 番地 3 3 核燃料サイクル開発機構東海事業所内 Ibaraki (JP). 岡村 信生 (OKAMURA, Nobuo) [JP/JP]; 〒3191194 茨城県那珂郡東海村村松 4 番地 3 3 核燃料サイクル開発機構東海事業所内 Ibaraki (JP). 鷺谷 忠博 (WASHIYA, Tadahiro) [JP/JP];
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願2003-206262 2003 年 8 月 6 日 (06.08.2003) JP

[続葉有]

(54) Title: OXIDE ELECTROLYZING ELECTROLYSIS DEVICE

(54) 発明の名称: 酸化物電解法用の電解装置



18...ELECTROLYTIC CONTROL UNIT
20...ELECTROLYTIC CONTROL UNIT
12...CATHODE
14...ANODE
16...ANODE

(57) Abstract: An oxide electrolyzing electrolysis device comprising a common cathode (12) and two types of anodes (a first anode (14) provided below the cathode and a second anode (16) provided in parallel to the cathode) that are shaped and arranged differently and placed in an electrolytic bath (10), a first electrolytic control unit (18) connected between the cathode and the first anode, and a second electrolytic control unit (20) connected between the cathode and the second anode. A combination of the cathode and one anode is used as a main electrolysis and a combination of the cathode and the other anode is used as an auxiliary electrolysis to electrolyze a material to be processed (22) in the bath. The device can prevent the non-uniformity of electro-deposition and increase a processing speed and crucible durability, and permits a commercial-scale spent nuclear fuel reprocessing by a dry reprocessing method.

(57) 要約: 電解槽 10 の内部に、共用の陰極 12 と、形状及び配置の異なる 2 種類の陽極 (ここでは、陰極の下方に設けた第 1 の陽極 14 と、陰極と並べて設けた第 2 の陽極 16) を設置し、陰極と第 1 の陽極との間に第 1 の電解制

御部 18 を接続し、陰極と第 2 の陽極との間に第 2 の電解制御部 20 を接続する構成を有する酸化物電解法用の電解装置である。陰極と一方の陽極の組み合わせ

[続葉有]



〒3191194 茨城県那珂郡東海村村松 4 番地 3 3 核燃料サイクル開発機構東海事業所内 Ibaraki (JP). 青瀬 晋一 (AOSE, Shinichi) [JP/JP]; 〒3191194 茨城県那珂郡東海村村松 4 番地 3 3 核燃料サイクル開発機構東海事業所内 Ibaraki (JP).

(74) 代理人: 清水 千春 (SHIMIZU, Chiharu); 〒1040061 東京都中央区銀座 8 丁目 1 6 番 1 3 号 中銀・城山ビル 4 階 Tokyo (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG,

SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2 文字コード及び他の略語については、定期発行される各 PCT ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

わせを主電解として用い、陰極と他方の陽極の組み合わせを補助電解として用いて、電解槽内の被処理物 2 2 の電解処理を行う。この電解装置によれば、電析物の偏りの防止、処理速度の向上、増埧耐久性の向上を図ることができ、商業規模で乾式再処理法による使用済核燃料リサイクルを実施できる。

明 細 書

酸化物電解法用の電解装置

技術分野

[0001] 本発明は、複数種類の陽極と共用の陰極を設置し、陽極の1種と陰極の組み合わせを主電解、陽極の残りの1種以上と陰極の組み合わせを補助電解として用いることで電析物管理を効率的に実施できるようにした酸化物電解法用の電解装置に関するものである。この技術は、使用済核燃料に関する溶融塩電解技術を用いた乾式再処理法のうち、酸化物電解法における電解システムに有用である。

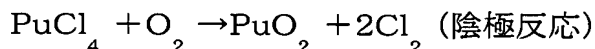
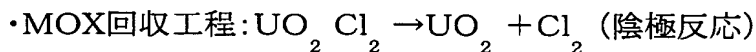
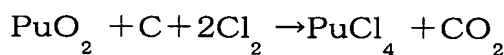
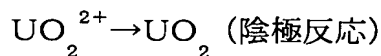
背景技術

[0002] 原子炉での使用済核燃料をリサイクルするための再処理技術として、高い経済性が期待されている溶融塩電解技術を利用してウランやプルトニウムを回収し、リサイクル全体の経済性の向上を図るシステムの研究が進められている（例えば特開2001-141879号公報参照）。電解技術には酸化物電解法と金属電解法があるが、回収するウランやプルトニウムの化学形態が酸化物の場合は酸化物電解法が用いられる。

[0003] 酸化物電解法は、同時電解工程、塩素化溶解工程、MOX回収工程を経ることでウラン及びプルトニウムの酸化物を回収する方法である。まず、使用済核燃料を、陽極を兼用した坩堝の下部に装荷した後、上部に設置した陰極との間で電解を行なう。この操作により、使用済核燃料中に大量に含まれる酸化ウランを、陽極酸化により溶融塩中に溶解させると同時に、陰極還元により陰極表面上に析出させて回収する（同時電解工程）。その後、電解操作を停止し、塩素ガスを溶融塩中に吹き込んで塩化物とすることにより、使用済核燃料中に残る酸化ウラン及び酸化プルトニウム、並びにその他元素を溶融塩中に溶解させる（塩素化溶解工程）。溶融塩中に全ての使用済核燃料を溶解させた後、坩堝を兼用する陽極と上部に設置した陰極との間で電解を行い、陰極表面上にウラン及びプルトニウムの酸化物を混合状態で析出させて回収する（MOX回収工程）。

[0004] 各主要工程における反応を以下に示す。

・同時電解工程： $\text{UO}_2 \rightarrow \text{UO}_2^{2+}$ （陽極反応）



[0005] このように、従来技術では被処理物を収容している坩堝が陽極を兼ね、その熔融塩中に陰極を装入し、陽極(坩堝)と陰極の間で電解を行うような構成が採られている。あるいは、坩堝の中に陽極と陰極を装入し、それらの間で電解を行う構成もある。

[0006] しかし上記のような従来技術には、次のような解決すべき課題があった。坩堝が陽極を兼ねている場合、同時電解工程以外の工程においては、陰極と陽極間距離は均一に保持されることから電流密度は均一となり、電析物の偏りは生じ難いが、同時電解工程においては坩堝下部に装荷した使用済核燃料表面が陽極となるため電極間距離が均一とならない。このため、陰極表面上の電流密度分布に偏りが生じ、これにより電析物の偏りが生じる。また、陰極下端部と使用済核燃料表面部との距離が短くなることにより、陰極下端部の電流密度が上昇し、陰極下端部へ電析物が集中するため、十分な攪拌が行われないときにはバルク領域のイオンが不足して処理速度が低下する。

[0007] また、塩素ガスを使用する高腐食性環境のため、陽極を兼ねた坩堝材料としては耐食性の優れたパイログラファイトを黒鉛生地上にコーティング(蒸着)したものを使用しているが、塩素ガスに加えて高温の熔融塩という使用条件の影響もあり、使用時間は約1000時間程度となる。このため、坩堝交換を頻繁に行なう必要があり、処理速度の低下に繋がっている。

[0008] 更に、処理速度を向上させるための方策として電解装置の大型化が考えられるが、パイログラファイト製坩堝は、製作方法の関係上、大型化が困難である。

[0009] 坩堝の中に陽極と陰極を装入する構成の場合も、電極間距離が均一とならないため、陰極表面上の電流密度分布に偏りが生じ、これにより電析物の偏りが生じる。

[0010] 酸化物形態で析出する酸化ウラン及び酸化プルトニウムの電極表面との結合力はメッキ等の金属状態での結合力と比べて低い。そのため従来技術では、いずれにし

ても、一箇所に電析物が集中した場合、熔融塩中に吹き込む各種プロセスガスによる攪拌効果により、電解操作中に電析物が陰極表面から脱落する可能性が高くなる。

[0011] また、臨界防止の観点上、単純に電解装置を大型化することでは対応が困難である。

発明の開示

[0012] 本発明の目的は、電析物の偏りを防止できる酸化物電解用の電解装置を提供することである。本発明の他の目的は、処理速度の向上及び坩堝耐久性の向上を図り、商業規模で乾式再処理法による使用済核燃料リサイクルを実施できる電解装置を提供することである。

[0013] 本発明は、電解槽内に、形状及び配置の異なる複数種類の陽極と、共用の陰極とを設置し、陽極の1種と陰極の組み合わせを主電解として用い、陽極の残りの1種以上と陰極の組み合わせを補助電解として用いることを特徴とする酸化物電解法用の電解装置である。

[0014] また本発明は、形状管理による臨界管理方式を考慮した金属材料からなる円環状電解槽と、該電解槽内の被処理物を加熱するための高周波誘導コイルと、形成された円環状空間の底部に設置した円環状陽極と、円環状空間に縦方向に装入した棒状陽極及び棒状陰極を具備し、棒状陽極と棒状陰極との組み合わせからなる並列配置電極と、円環状陽極と棒状陰極との組み合わせからなる上下配置電極のうちの、一方を主電解として用い、他方を補助電解として用いることを特徴とする酸化物電解法用の電解装置である。

[0015] 並列配置電極の典型的な例は、陽極と陰極を交互に配置する交互配置電極である。これらにおいて、棒状陰極が回転自在に支承され、回転駆動機構が付設されていて、電解操作中、連続して回転する構成が好ましい。

[0016] 更に本発明は、このような電解装置を使用し、円環状電解槽内の被処理物が使用済核燃料を含む熔融塩であり、使用済核燃料中に含まれる酸化ウランを陽極酸化により熔融塩中に溶解させると同時に陰極還元により陰極表面上に析出させて回収する同時電解工程では、上下配置電極を主電解に用いて酸化ウランを電解溶解／電

析し、並列配置電極を補助電解に用いて酸化ウランの偏析を抑制し、ウラン及びプルトニウムの酸化物を混合状態で析出させて回収するMOX回収工程では、並列配置電極を主電解に用いてMOX電析し、上下配置電極を補助電解に用いて陰極から脱落した電析物を電解溶解させることを特徴とする酸化物電解法による使用済核燃料の再処理方法である。

図面の簡単な説明

[0017] [図1]本発明に係る酸化物電解法用の電解装置の概念図である。

[図2A]本発明に係る酸化物電解法用の電解装置の一実施例を示す横断面図である。

[図2B]本発明に係る酸化物電解法用の電解装置の一実施例を示す縦断面図である。

[図3]図2の実施例における電極配置状態を示す説明図である。

[図4]電極配置による電析物の偏り防止確認試験装置の概要説明図である。

[図5]図4の試験装置による偏り防止確認試験結果の一例を示すグラフである。

[図6]陰極回転による電析物の偏り防止確認試験装置の概要説明図である。

[図7]図6の試験装置による偏り防止確認試験結果の一例を示すグラフである。

発明を実施するための最良の形態

[0018] 本発明に係る酸化物電解法用の電解装置の概念を図1に示す。電解槽10の内部に、共用の陰極12と、形状及び配置の異なる2種類の陽極(ここでは陰極12の下方に設けた第1の陽極14と、陰極12と並べて設けた第2の陽極16)を設置し、陰極12と第1の陽極14との間に第1の電解制御部18を接続すると共に陰極12と第2の陽極16との間に第2の電解制御部20を接続する構成である。陰極及び各陽極は1個でもよいし複数個でもよい。そして、陰極と一方の陽極の組み合わせを主電解として用い、陰極と他方の陽極の組み合わせを補助電解として用いて、電解槽内の被処理物2の電解処理を行う。主電解と補助電解は、電解工程ごとに使い分けることができる。

[0019] 例えば、同時電解工程では、上下配置電極(陰極12と第1の陽極14との組み合わせ)を主電解として使用し、並列配置電極(陰極12と第2の陽極16との組み合わせ)を補助電解として使用する。MOX回収工程では、逆に、並列配置電極を主電解とし

て使用し、上下配置電極を補助電解として使用する。

[0020] 〈実施例〉

図2は、本発明に係る酸化物電解法用の電解装置の一実施例を示す断面図であり、Aは横断面、Bは縦断面である。また図3は、その電極配置状態を示す説明図である。これは、熔融塩電解技術を利用して使用済核燃料を乾式再処理してウランやプルトニウムを回収するための酸化物電解法用の電解装置である。

[0021] この実施例では、形状管理による臨界管理方式を考慮して円環状電解槽を採用している。円環状電解槽30は、同心状に位置する外側坩堝32と内側坩堝33からなり、それらによって形成された円環状空間内に被処理物(使用済燃料を含む熔融塩)34が収容され、円環状電解槽30の外側には被処理物を加熱するための高周波誘導コイル36が設置されている。外側坩堝32及び内側坩堝33には、内部に冷却媒体流路38が設けられ、冷却媒体出入口39を通して冷却媒体を流通させて外側及び内側の坩堝を強制冷却するように構成されている。

[0022] 臨界計算の結果、保守上の観点から評価した場合の被処理物の入る円環状空間の厚みは約16cm程度となる。また、1基で50tHM/y程度の処理能力を賄うためには、熔融塩深さは1m以上必要となる。従って、この電解装置の成立性を評価する上で、最適な電極形状及び配置の検討は重要な課題である。

[0023] この電解装置では、臨界を防止するための坩堝寸法を厳密に担保する必要があることから、パイログラファイト製の耐食性が要求される。このため、上記のようにコールドクルーシブル式高周波誘導加熱方式を採用して坩堝材料の耐食性を向上させるとともに、装置の大型化による処理速度の向上を図るため、坩堝材料としては製作性のよい金属材料を採用している。例えば、ニッケル基超合金の一種であるハステロイ-C(商品名)が最適である。

[0024] この実施例では、円環状空間の底部に円環状陽極40を設置し、円環状空間に棒状陽極41及び棒状陰極42を交互に縦方向に上方向から装入する。そして、棒状陽極41と棒状陰極42との電極対(これを「交互配置電極」と呼ぶ)と、円環状陽極40と棒状陰極42との電極対(これを「上下配置電極」と呼ぶ)を組み合わせ、一方の電極対を主電解として用い、他方の電極対を補助電解として用いる。これら円環状陽極

40、棒状陽極41、棒状陰極42としては、耐食性の観点から、例えば黒鉛表面にパイログラファイトをコーティング(蒸着)したものが最適である。なお図面を分かり易くするため、図2では円環状陽極を、図3では坩堝内の冷却媒体流路を省略して描いている。

- [0025] また、内側坩堝33の内側には円筒状の中性子吸収体(例えば B_4C)44を設ける。円環状空間にはプロセスガスを供給するためのガス配管46が棒状電極と平行に縦方向に装入される。被処理物は、使用済核燃料を含む熔融塩であり、その熔融塩としては、例えば塩化ナトリウム($NaCl$)と塩化セシウム($CsCl$)を1:2のモル比で混合したものを用いる。
- [0026] 同時電解工程では、上下配置電極を主電解として使用し、交互配置電極を補助電解として使用する。これにより、上下配置電極で燃料中の酸化ウランを効率的に熔融塩中に陽極溶解させるとともに、交互配置電極で陰極先端部への電流密度の集中を抑えることにより、熔融塩中に溶解した酸化ウランイオンを陰極表面全体に析出させることができる。
- [0027] MOX回収工程(酸化ウラン回収工程並びに酸化ウラン+酸化プルトニウム回収工程)では、逆に、交互配置電極を主電解として使用し、上下配置電極を補助電解として使用する。これにより、交互配置電極で熔融塩中に溶解した酸化ウランイオン及び酸化プルトニウムイオンを均一に陰極表面上に析出させることができる。また、プロセスガス等の攪拌効果により陰極表面上から電析物が脱落した場合、上下配置電極によって酸化ウランについては陽極溶解させ、酸化プルトニウムについては陽極反応によって発生する塩素ガスにより塩素化溶解させることができる。
- [0028] 上記の実施例では棒状陰極と棒状陽極を交互配置しているが、1本の棒状陰極の両側に棒状陽極を配置し、それを1ユニットとして、複数ユニット配置する構成なども可能である。
- [0029] 上記の実施例では棒状陰極を回転させていないが、回転機能を付加する構成も有効である。棒状陰極に回転機能を付加すると、電極表面上の電流密度分布を抑えて電析物の偏りを防止する効果が得られる。それに加えて、回転機能により熔融塩が攪拌されるため、電析物の偏りの一因とされている熔融塩中の元素濃度分布を抑え

る効果も期待される。

[0030] 次に、形状及び配置が異なる2組の電極対を用いて実施した電解試験の結果について説明する。試験装置の概要を図4に、試験条件を表1に、試験結果を図6に示す。

[0031] 使用した試験装置は、箱形の電解槽50の内部に、共用の円柱状陰極52と、その両側に位置する2本の円柱状陽極53を上方向から装入し、電解槽50の底部に直方体型陽極54を設置し、円柱状陰極52と直方体型陽極54との間に主電解用の電解制御部56を、円柱状陰極52と2本の円柱状陽極53との間に補助電解用の電解制御部57を、それぞれ接続した構成である。これは、円環型電解装置を模擬するものとして、円環形状に配列した交互配置電極及び上下配置電極の一部分を切り取り、操作上の観点から湾曲型を箱型に伸ばした状態を想定して簡略化したものに相当する。

[0032] [表1]

電解液種類	硫酸銅溶液
電解液組成	銅濃度 : 50 g / L
	硫酸濃度 : 150 g / L
電解時間	2 ~ 4 時間
陰極電流密度	300 A / m ²
陰極浸漬深さ	65 cm
陰極回転	なし
陰極－主電解用陽極間距離	11 cm
陰極－補助電解用陽極間距離	3 cm

[0033] ここでは便宜的に電解液として硫酸銅溶液を使用した。主電解と補助電解の比率(電気量比)をパラメータとした試験を実施したところ、図5に示すように補助電解による電析物の偏り防止効果が確認できた。補助電解のない条件では、電析物は陰極下部、即ち直方体型陽極に近い部分に集中している。しかし、交互配置の円柱状陽極

を設置して補助電解を追加すると、陰極下部の電析物の厚みが薄くなるとともに、陰極上部の電析の厚みが増加してくる。これは、補助電解を追加することで陰極下部における電析物の集中が緩和されるためである。この試験装置を用い、硫酸銅溶液を使用した銅電析試験では、主電解と補助電解の電気量比を3:2に設定したとき、陰極底部からの距離に対する電析物の偏りを最も抑制できる結果が得られた。

[0034] 陰極の回転による電析物の偏り防止効果の試験結果について以下に説明する。試験装置の概要を図6に、試験条件を表2に、試験結果を図7に示す。試験装置は、保護容器60内の坩堝62に円柱状陰極64と円柱状陽極66を装入し、坩堝62内の熔融塩を抵抗ヒータ68で加熱する構造である。円柱状陰極64に回転駆動装置70を付設して回転機能を付与する。円柱状陰極64と円柱状陽極66の間に電解制御部72を接続し、熔融塩の電解を行った。

[0035] [表2]

電解液種類	熔融塩
電解液組成	基準塩 : $\text{NaCl} - 2\text{CsCl}$ 10 kg
	析出物質 : AgCl 140 g/L
電解時間	1 時間
陰極電流密度	400 A/m ²
陰極浸漬深さ	7 cm
陽極浸漬深さ	5 cm
陰極－陽極間距離	7 cm
陰極回転	有 : 60 rpm ・ 無

[0036] この試験装置では、陰極64と陽極66を並べて配置しているため、電極表面の位置により陰極と陽極間の距離が異なることから、抵抗の影響により陰極表面上の電流密度は陽極に面した側に集中し易くなる。陰極が回転していない条件では、陽極に面する側の電流密度が高くなり、電析物は陽極に面した側に集中し厚く析出する。これに対して陰極を回転させると、瞬間的には陰極表面の各部位置と陽極間の距離は異

なるものの、平均的な見かけ上では、陰極と陽極間の距離が各部位置で同じとなる。従って、陰極表面上の電流密度は均一となるため、電析物の厚みは均一化される。図7から明らかなように、陰極の回転による電析物の偏り防止効果が確認できた。なお、図7の「陰極回転あり」では、電解操作中60rpm で回転させている。

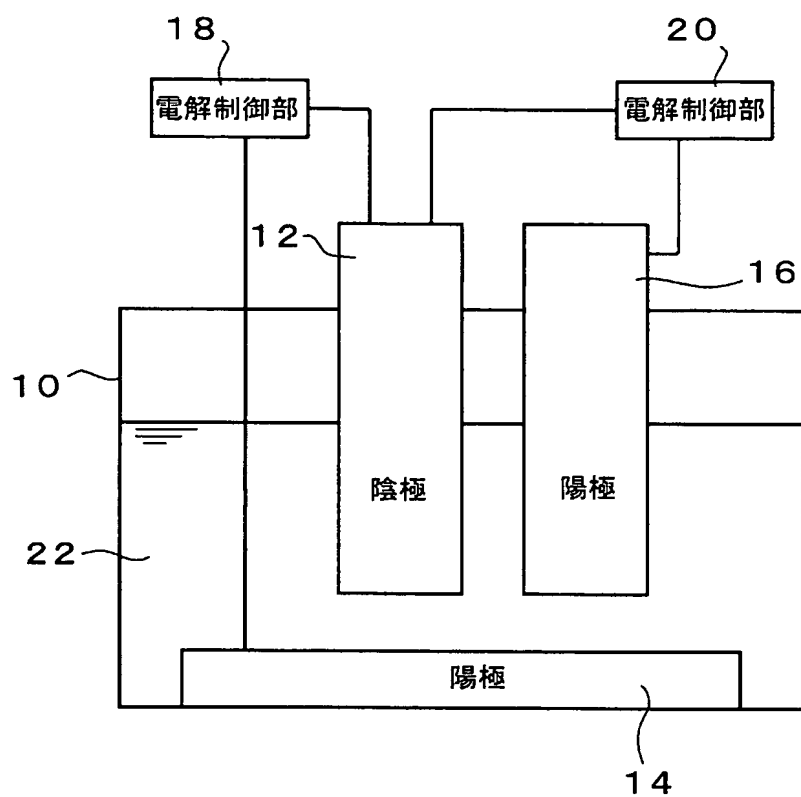
産業上の利用可能性

- [0037] 本発明は上記のように、形状及び配置の異なる複数種類の陽極と共用の陰極とを電解槽内に設置し、陽極の1種と陰極の組み合わせを主電解として用い、陽極の残りの1種以上と陰極の組み合わせを補助電解として用いる酸化物電解法用の電解装置であるから、商業規模の大型電極を用いた電解装置において懸念される陰極下部への電析物の偏りを抑制できる。
- [0038] また、形状管理による臨界管理方法の導入及びコールドクルーシブル式高周波誘導加熱方式の採用により、坩堝を金属製とすることが可能となることから電解装置の大型化が可能となるとともに、バッチ方式だけでなく連続方式による電解処理も可能となるため、処理速度が大幅に向上する。また、形状管理による臨界管理方法では工程ごとに坩堝内の核物質量を確定する必要がないことから、電解装置の運転時間を短縮できる。
- [0039] 更に、回転機能付きの陰極を採用すると、「並列配置電極」構造において陰極と陽極間の距離が見かけ上、均一化されるため、電析物厚みを極力均等化することが可能となる。また、「上下配置電極」においても陰極の回転により被処理物が攪拌されることから、被処理物中の濃度分布を抑える効果も期待され、無回転条件と比べると電析物の偏りを防止する効果が生じる。
- [0040] その上、陰極表面から電析物が剥離した場合、「上下配置電極」として下部に配置した陽極によって直接酸化による溶解及び陽極から発生する塩素ガスによる塩素化溶解が生じ、それらにより剥離した電析物を効率的に溶解させることができるため、堆積を防止できる。

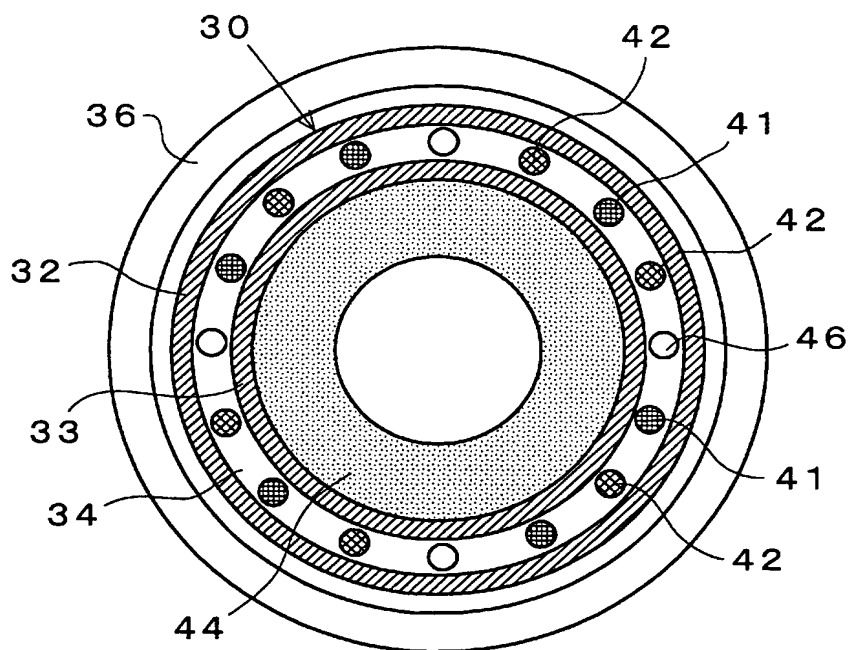
請求の範囲

- [1] 電解槽内に、形状及び配置の異なる複数種類の陽極と、共用の陰極とを設置し、陽極の1種と陰極の組み合わせを主電解として用い、陽極の残りの1種以上と陰極の組み合わせを補助電解として用いることを特徴とする酸化物電解法用の電解装置。
- [2] 形状管理による臨界管理方式を考慮した金属材料からなる円環状電解槽と、該電解槽内の被処理物を加熱するための高周波誘導コイルと、形成された円環状空間の底部に設置した円環状陽極と、円環状空間に縦方向に装入した棒状陽極及び棒状陰極を具備し、棒状陽極と棒状陰極との組み合わせからなる並列配置電極と、円環状陽極と棒状陰極との組み合わせからなる上下配置電極のうちの、一方を主電解として用い、他方を補助電解として用いることを特徴とする酸化物電解法用の電解装置。
- [3] 棒状陰極が回転自在に支承され、回転駆動機構が付設されている請求項2記載の酸化物電解法用の電解装置。
- [4] 請求項2又は3記載の電解装置を使用し、円環状電解槽内の被処理物が使用済核燃料を含む熔融塩であり、使用済核燃料中に含まれる酸化ウランを陽極酸化により熔融塩中に溶解させると同時に陰極還元により陰極表面上に析出させて回収する同時電解工程では、上下配置電極を主電解に用いて酸化ウランを電解溶解／電析し、並列配置電極を補助電解に用いて酸化ウランの偏析を抑制し、ウラン及びプルトニウムの酸化物を混合状態で析出させて回収するMOX回収工程では、並列配置電極を主電解に用いてMOX電析し、上下配置電極を補助電解に用いて陰極から脱落した電析物を電解溶解させることを特徴とする酸化物電解法による使用済核燃料の再処理方法。

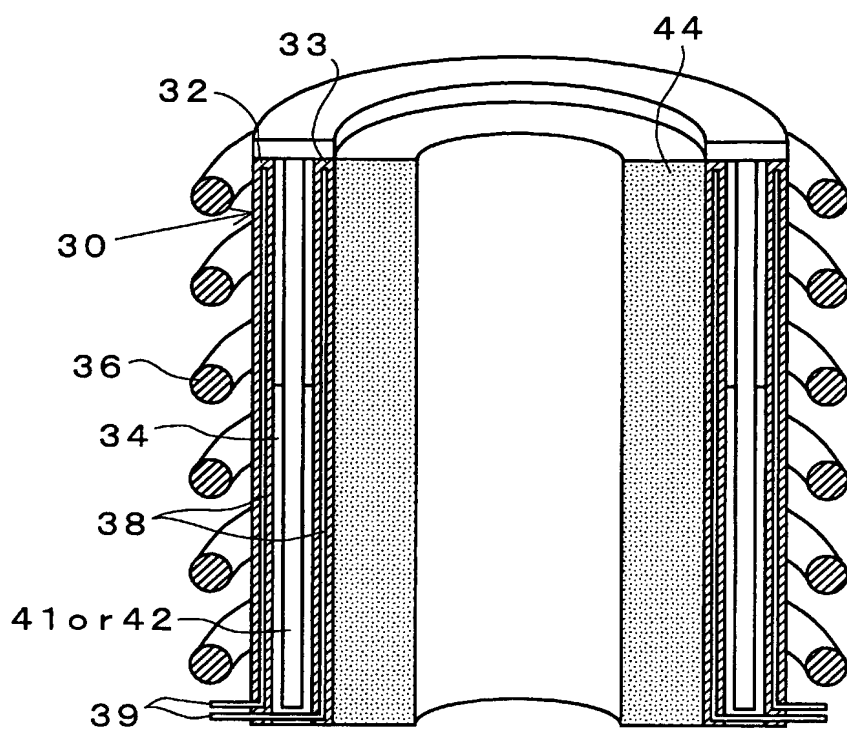
[図1]



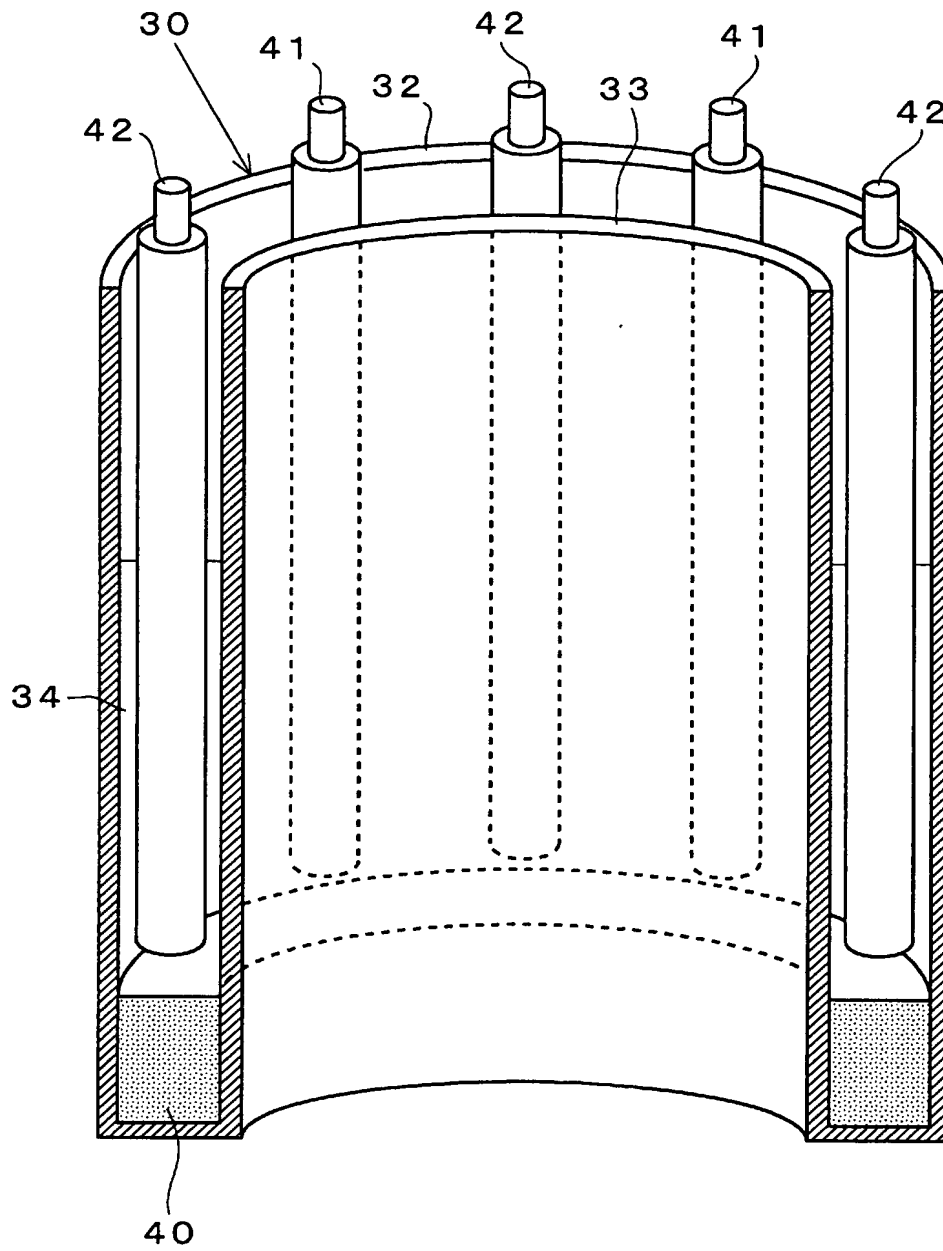
[図2A]



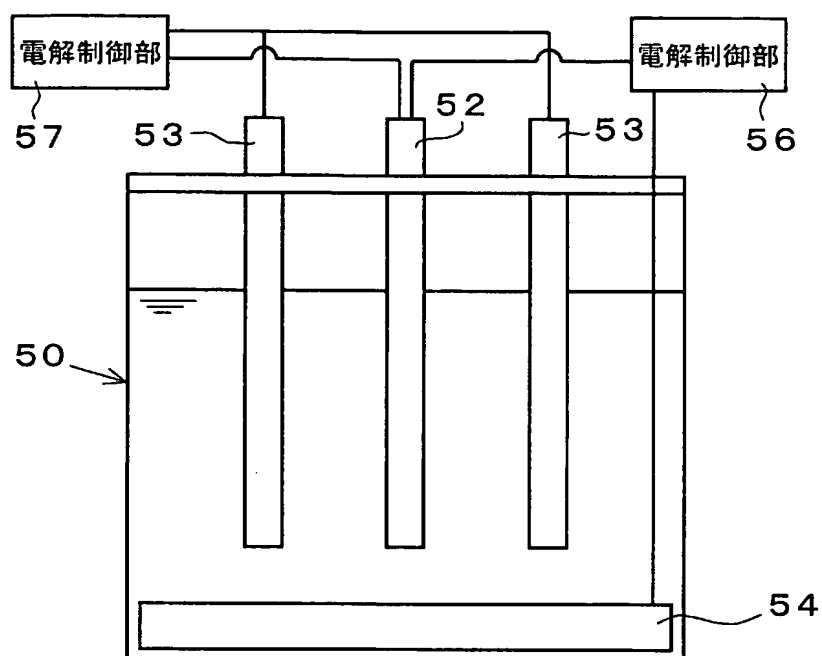
[図2B]



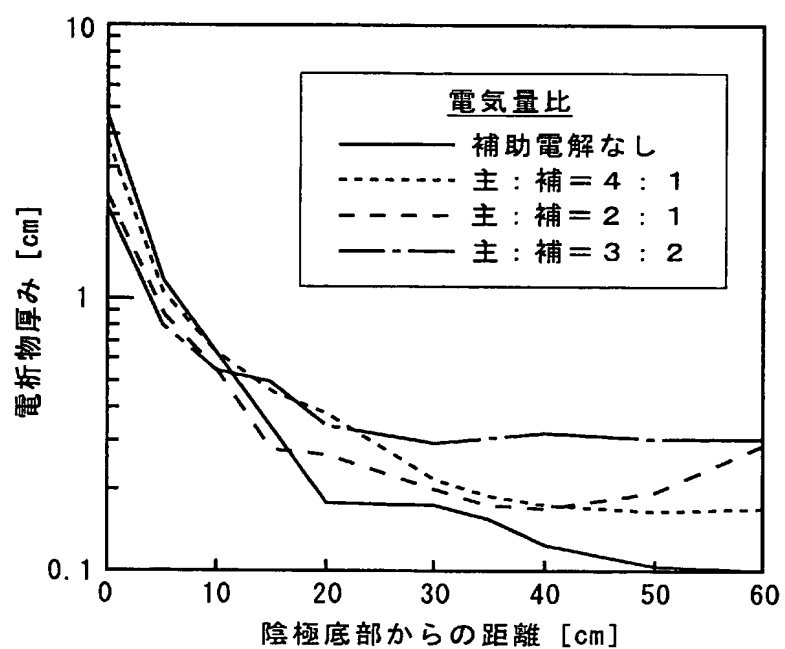
[図3]



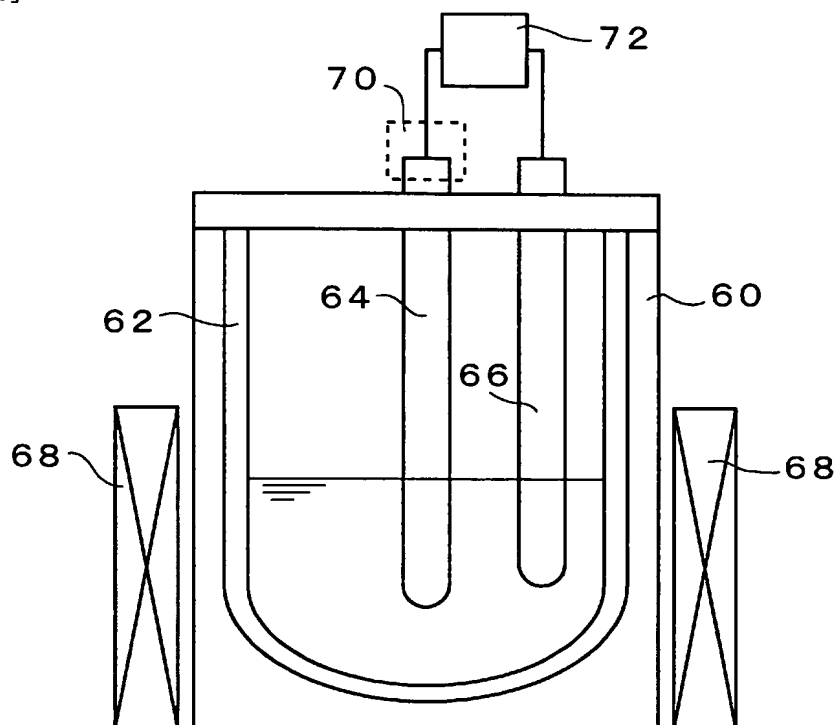
[図4]



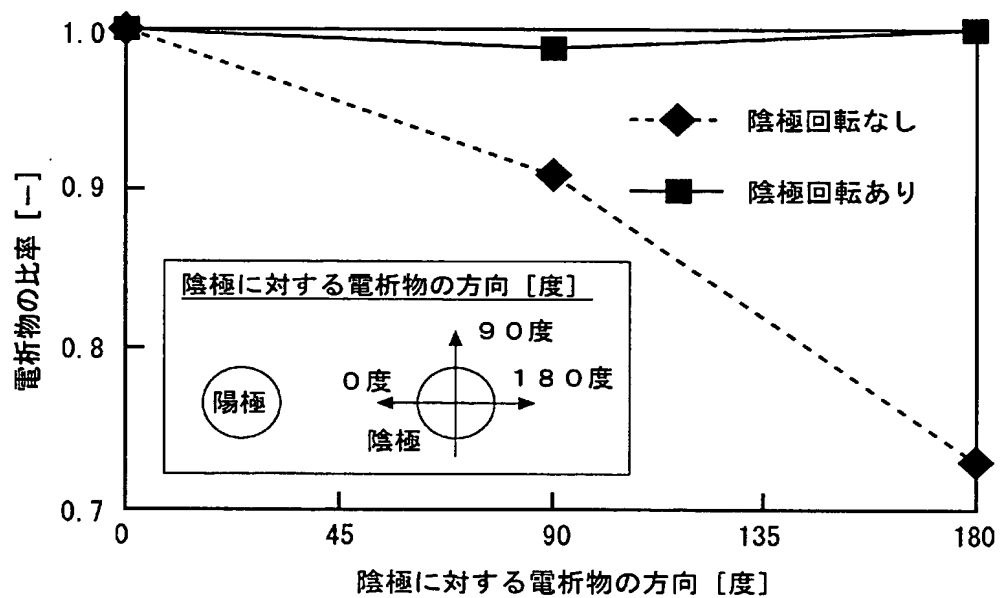
[図5]



[図6]



[図7]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/010478

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ C25C3/34, C25C7/02, G21C19/44

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ C25C3/34, C25C7/02, G21C19/44

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2004
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2004 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 7-316866 A (General Motors Corp.), 05 December, 1995 (05.12.95), Fig. 2 & US 5427657 A & CA 2147733 A	1
A	JP 2002-357696 A (Toshiba Corp.), 13 December, 2002 (13.12.02), (Family: none)	1-4
A	JP 11-148996 A (Toshiba Corp.), 02 June, 1999 (02.06.99), (Family: none)	1-4

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
01 October, 2004 (01.10.04)

Date of mailing of the international search report
19 October, 2004 (19.10.04)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ C25C3/34, C25C7/02, G21C19/44

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ C25C3/34, C25C7/02, G21C19/44

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年

日本国公開実用新案公報 1971-2004年

日本国登録実用新案公報 1994-2004年

日本国実用新案登録公報 1996-2004年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP 7-316866 A (ゼネラル・モーターズ・コーポレーション) 1995. 12. 05, 【図2】 &US 5427657 A &CA 2147733 A	1
A	JP 2002-357696 A (株式会社東芝) 2002. 12. 13 (ファミリーなし)	1-4
A	JP 11-148996 A (株式会社東芝) 1999. 06. 02 (ファミリーなし)	1-4

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

01. 10. 2004

国際調査報告の発送日

19.10.2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

大畑 通隆

4R

9443

電話番号 03-3581-1101 内線 3469